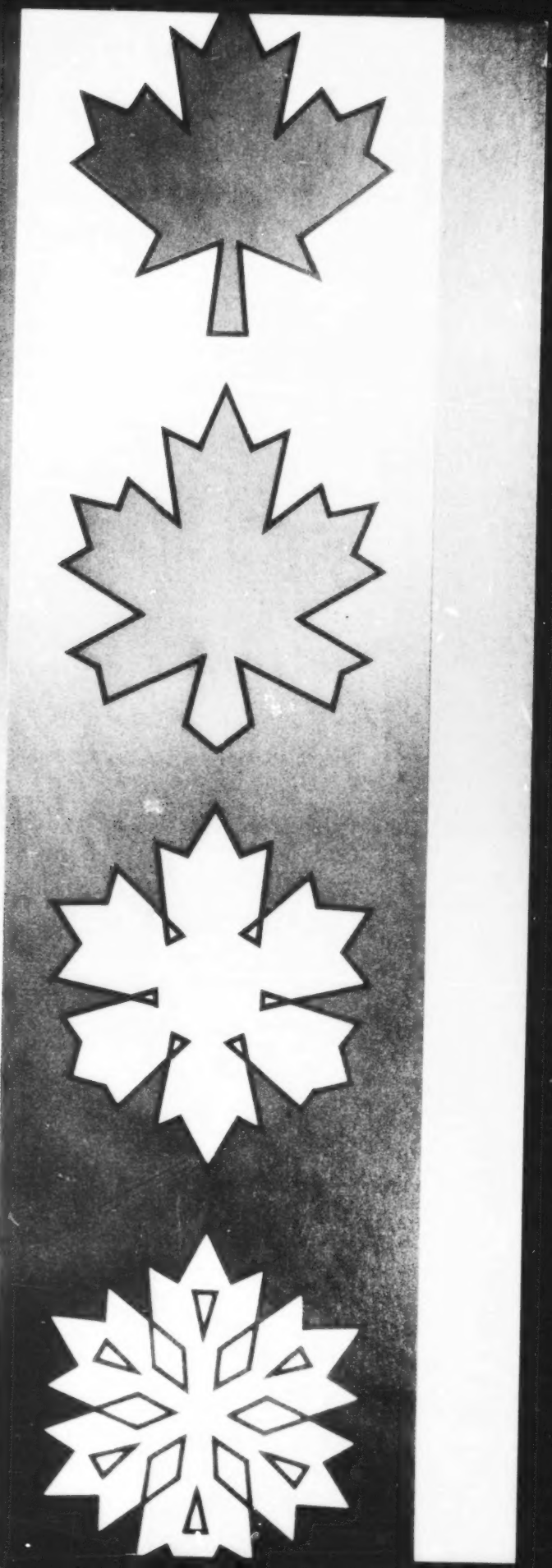
Environment Canada Environnement Canada

Implications of Climate Change on Municipal Water Use and the Golfing Industry in Quebec

CCD 89-04



Canada

91-01710/

CLIMATE CHANGE DIGEST

CCD 88-01 The Implication of Climate Change for Agriculture in the Prairie Provinces

CCD 88-02 Preliminary Study of the Possible Impacts of a One Metre Rise in Sea Level at Charlottetown, Prince Edward Island

CCD 88-03 Implications of Climate Change for Downhill Skiing in Quebec

CCD 88-04 Economic Perspectives on the Impact of Climate Variability and Change: A Summary Report

CCD 88-05 Implications of Climatic Change for Tourism and Recreation in Ontario

CCD 88-06 Estimating Effects of Climatic Change on Agriculture in Saskatchewan, Canada

CCD 88-07 Socio-Economic Assessment of the Physical and Ecological Impacts of Climate Change on the Marine Environment of the Atlantic Region of Canada - Phase I

CCD 88-08 The Implications Climate Change for Natural Resources in Quebec

CCD 88-09 CO_2 Induced Climate Change in Ontario: Interdependencies and Resources Strategies

CCD 89-01 Climate Warming and Canada's Comparative Position in Agriculture

CCD 89-02 Exploring the Implications of Climatic Change for the Boreal Forest and Forestry Economics of Western Canada

CCD 89-03 Implications of Climatic Change for Prince Albert National Park, Saskatchewan

CCD 89-04 Implications of Climate Change on Municipal Water Use and the Golfing Industry in Quebec

Environment Canada Environnement Canada

IMPLICATIONS OF CLIMATE CHANGE ON MUNICIPAL WATER USE AND THE GOLFING INDUSTRY IN QUÉBEC

A summary of two Lamothe & Périard reports:

"Les besoins en eau pour l'arrosage des pelouses"

et

"Répercussions d'un changement climatique sur l'industrie du golf au Québec"

Prepared for
Climate Change Digest
Atmospheric Environment Service

by

Lamothe & Périard
Consultants in climatology
Sainte-Foy, Québec

This Report Contributes to State of Environment Reporting

DISCLAIMER

This publication contains a summary of the results of two studies prepared under contract, by Lamothe et Périard, to the Canadian Climate Centre. The views and opinions expressed herein are those of the authors and do not necessarily state or reflect those of the Government of Canada or any agency thereof.

Single copies of this publication may be obtained, free of charge, by writing to the:

Climate Services Division
Canadian Climate Centre
4905 Dufferin Street
Downsview, Ontario
M3H 5T4
(416)739-4331/4328

Copies of the complete reports may be purchased by writing to:

Lamothe & Périard
Consultants en climatologie
731-5 Chanoine Scott
Ste-Foy, Quebec
G1V 3M9
(418) 659-1409

Published by Authority of the
Minister of the Environment

©Minister of Supply and Services
Canada 1989

Catalogue No. EN57-27/1989-04
ISBN 0-662-56986-5
ISSN 0835-3980

FOREWORD

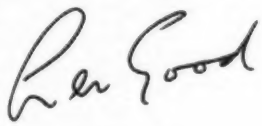
Within the space of one year, four major international statements have declared atmospheric change, and particularly climate warming, a major environmental issue demanding political action.

In June 1988, a large group of policy makers, scientists, economists and other experts from 46 nations, participating in the World Conference on the Changing Atmosphere in Toronto, declared that "humanity is conducting an unintended, uncontrolled globally pervasive experiment whose ultimate consequences could be second only to a global nuclear war." The participants were referring to the rapid change in the composition of the Earth's atmosphere due to human release of pollutants.

Seven months later, in January 1989, the UN General Assembly adopted the "Malta Resolution" that echoed the concerns of the Toronto Conference statement and encouraged governments and organizations around the world to treat climate change as a priority issue. In February, at New Delhi's International Conference on Global Warming and Climate Change: Perspectives from Developing Countries, attendees called global warming "the greatest crisis ever faced collectively by humans." On March 10, 1989, Heads of State from 24 nations signed the 'Declaration of The Hague' which declared that "Today, the very conditions of life on our planet are threatened by severe attacks to which the earth's atmosphere is subjected."

The scientific evidence is increasingly clear that the Earth's atmosphere is undergoing major changes. These changes have already in some respects (such as CO_2 concentrations) exceeded the limits of natural atmospheric fluctuations over at least the past 100,000 years and are projected to become significantly larger with time. It is highly probable that the world we leave to the next generations will be climatically unlike any that mankind has previously experienced.

Numerous international studies have already attempted to evaluate the implications of these changes. In Canada, the Atmospheric Environment Service of Environment Canada has been at the leading edge of this activity, having implemented, in 1984, a program to assess and identify the potential social and economic impacts of climate warming. This publication series has been developed to provide, in summary format, the results of these studies and to identify other issues related to climate change.



Len Good
Deputy Minister
Environment Canada

PREFACE

The Canadian Climate Centre (CCC) has funded a number of studies to investigate the potential impacts, on various sectors of the Canadian economy, of climate warming expected because of the increasing concentrations in the atmosphere of the "greenhouse gases". The equivalent of a doubling of the amount of CO_2 was the situation selected.

The first issue of the Climate Change Digest identified the major socio-economic impact studies undertaken since 1984. A list of earlier titles in the series appears on the inside front cover.

The present summary, prepared by Lamothe et Périard, presents the potential implications on municipal water demand and on the golfing industry.

Dr. D. Kirk Dawson
Director General
Canadian Climate Centre

IMPLICATIONS OF CLIMATE CHANGE ON MUNICIPAL WATER USE AND THE GOLFING INDUSTRY IN QUEBEC

This report presents the results of two studies on the potential implications of climate change in Quebec. The first study examined the possible impacts on Quebec's municipal water supplies by focussing on one component of water demand, in this case the residential watering of lawns. The second study was intended to identify the impacts of climate change on Quebec's rapidly growing golfing industry.

1. STUDY HIGHLIGHTS

A. MUNICIPAL WATER CONSUMPTION

- The use of municipal water supplies for residential watering of lawns has been a significant concern in Quebec communities since the early 1970's and has lead to periodic restrictions against such use;

- a previous study concluded that one hour of watering lawns consumed the same quantity of water as a family of five would use in one day; the same study considered the annual cost of watering lawns in the Quebec City region to be $2.5 million (1979 dollars);

- climate warming is expected to increase water demand for lawn maintenance by 20 to 30%; to meet the demand, new and costly infrastructure would be required.

B. GOLFING INDUSTRY

- climatic conditions influence both the beginning and the end of the golfing season; the actual average length of the golfing season is 171, 187 and 206 days for Quebec City, Sherbrooke and Montreal respectively;

- with climate change, the number of days suitable for golfing could increase by 20 to 50 percent, thus significantly affecting the golfing industry which has current gross revenues of $245 million (1987 dollars).

A. MUNICIPAL WATER CONSUMPTION

1. Introduction and Objectives

The main purpose of this study was to evaluate future water demand for lawn maintenance due to climatic change caused by an increase of carbon dioxide and other greenhouse gases. The first step in the procedure was to determine the soil moisture budget, using a technique to estimate evapotranspiration and defining a fixed and minimal water reserve in the soil. Using present and projected future climatic conditions, the daily soil moisture budget was calculated to estimate the water requirements (present and projected) for the Quebec City and Montreal areas and to evaluate the overall socio-economic implications.

2. Calculation of the Water Balance in the Soil

The quantity of water required daily for lawn-watering is a function of the soil moisture budget which can be expressed as follows:

$$SMB = WRS + P - ETP - RUN$$

where

SMB : Soil Moisture Budget
WRS : Water Reserve in Soil
P : Precipitation
ETP : Evapotranspiration
RUN : Runoff

Neglecting runoff, the difficulty in calculating the soil moisture budget lies in the choice of an adequate method for estimating daily evapotranspiration. The method used is based on an adaptation by Brochet and Gerbier of Penman's equation, which is a function of the net solar radiation and evaporation potential from the air.

In addition to evapotranspiration, another important factor in the evaluation of water balance is the minimal reserve of water determined by the physical characteristics of the soil. In the study, the soil was considered to be saturated at 100 mm and watering required when the water reserve fell below 70 mm. Two intensities of watering were identified:

a) light - to bring the WRS to 80 mm;
b) thorough - to saturate the soil and to bring the WRS to 100 mm.

3. Present and Projected Needs for Water

Using Environment Canada's daily climatological data from 1975 to 1984 at Dorval and Quebec City weather stations, the annual number of light and thorough lawn-waterings was calculated and is shown in Table I. As in previous Climate Change Digest (CCD) studies, two scenarios for climate change associated with an increase of carbon dioxide and other greenhouse gases were used and their implications assessed. On an annual average, 17 light waterings are needed in Montreal and 12 in Quebec City, requiring 209 and 146 mm of water respectively. Assuming that people water their lawns until the soil is saturated, the Montreal area would require approximately 40% more water (8 thorough waterings - 264 mm) than in the Quebec City area (6 thorough waterings - 189 mm).

To evaluate the implications of climate change on the watering of lawns, two (2) global circulation models were provided by Environment Canada for this study: the "Geophysical Fluid Dynamics Laboratory" (GFDL-Scenario A) and the "Goddard Institute for Space Studies" (GISS-Scenario B). These scenarios indicate an increase in temperature of 2 to 4 degrees Celsius over Southern Quebec and below to near-normal values for precipitation. As indicated in Table I, the increase in number of waterings (light and thorough) and the estimated quantities of water required would increase by 25 to 30% in Scenario A and by 20 to 25% in Scenario B.

TABLE I. Present and projected (Scenarios A and B) number of waterings, quantities of water required and annual costs for an average lawn area of 420 m^2 for the Quebec City and Montreal areas.

LAWN - WATERING						
	Today		Scenario A		Scenario B	
	light	thorough	light	thorough	light	thorough
Average annual number of days requiring watering:						
QUEBEC	12	6	16	8	14	7
MONTREAL	17	8	22	10	21	10
Annual quantity of water (mm):						
QUEBEC	146	189	194	244	175	231
MONTREAL	209	264	271	319	255	313
Annual costs of watering per lawn ($ 1987):						
QUEBEC	$ 16	$ 21	$ 21	$ 27	$ 19	$ 25
MONTREAL	$ 23	$ 29	$ 30	$ 35	$ 28	$ 34

4. Socio-economic Impact

An increase of 20 to 30% in water demand due to climatic change could not be met by existing water resource infrastructure. Implementation of new facilities would greatly increase the cost of municipal water supplies:

- an analysis shows that, for a water treatment plant having a daily production of 4 500 m^3, construction costs rose from $46 (1965) to $262 (1987) per cubic meter. In 1982-1983, the city of Laval built a $29 million plant with a daily production capacity of 114 000 m^3 ($254 per cubic meter).

- in 1987, the production of 1 m^3 of drinking water in the Quebec City area cost 26 cents. Depending on the type of watering (light or thorough), a Quebec City resident would have paid $16 to $21 to water his (her) lawn compared to $23 to $29 for a Montrealer. Climatic change would increase these costs by 20 to 30%.

5. Conclusions

Regardless of the potential implications of climatic change, it would be prudent to implement water conservation measures now. These could include:

- intensification of publicity campaigns to preserve drinking water;

- installation of individual residential water meters; and
- enhancement of research on drought-tolerant varieties of lawn grasses.

B. THE GOLFING INDUSTRY

1. Purpose of the Study

The main purpose of this study was to evaluate the sensitivity of the golfing industry to climatic change. The first step of the study consisted of identifying meteorological criteria which affect the golfing season (beginning, duration, end) and golfer enjoyment. These criteria were applied to current climate conditions then to the projected scenarios of climate change, in order to evaluate the socio-economic implications on the golfing industry.

2. Criteria Used to Define Golfing Days

In order to establish the climatic conditions that influence the viability of golfing, important meteorological elements and their threshold values for golfing were identified through an analysis of the attendance, in 1985 and 1986, at the Mont Sainte-Anne golf course near Quebec City. Despite the small size of the sample, the physical and bioclimatic factors that were found to be important were:

- length of the season: the disappearance of snow on the ground marks the beginning of the golf season, while the end of the season is closely related to the time of the year when the average daily temperature (between 6 AM and 6 PM) drops below 10°C.

- golfer's enjoyment: golfer's enjoyment is at its greatest when, between 6 AM and 6 PM, the average diurnal temperature is equal to or greater than 18°C, with at least 6 hours of sunshine and no rain.

3. Current Golfing Conditions

Using climatological data provided by Environment Canada for Quebec City, Sherbrooke and Dorval from March 1976 to November 1985 and the above criteria, the median values of the current golf season and the average number of ideal golfing days were calculated at all three stations. The results show that:

- the golf season generally begins at the end of March in Montreal and during the month of April in Quebec City and Sherbrooke. It ends in mid-October for all 3 stations.

- the average golf season lasts 171, 187 and 206 days in Quebec City, Sherbrooke and Montreal respectively.
- Table II indicates a seasonal average of 47, 50 and 61 ideal golfing days in Quebec City, Sherbrooke and Montreal respectively.

4. Projected Golfing Conditions

The two climate change scenarios used in this study were the same as in Part A of this report. Both scenarios provided projected changes in monthly temperature and precipitation. In addition to warmer temperatures (1.5 to 5.0°C), particularly in March and November, precipitation is projected to be below or close to current climatological values.

In order to evaluate the likely impact of climatic change on golf, existing data on daily climatological conditions were substituted by values provided in scenarios A and B. A statistical model was also developed to assess expected daily values of snow cover. Median values of projected golf seasons (start, end, duration) were then re-calculated using data from both scenarios A and B. Table II shows the projected number of ideal golfing days (diurnal temperature equal to or higher than 18°C, at least 6 hours of sunshine and no precipitation).

The overall results show that the projected climate change would extend the golfing season (20 to 30% increase) by 3 to 4 weeks, mainly during spring and autumn. In addition, the number of ideal golfing days would increase by as much as 50% in Quebec City and Sherbrooke.

5. Socio-Economic Implications

Based on recent statistics (1988), the estimated number of golfers in 1987 had reached 883 000 in Quebec with an average number of 11.6 million games played. With average "greenfees" of $21, gross annual revenues reached approximately $245 million. Any substantial change in the length of the golf season and the annual number of ideal golfing days could have tremendous financial impacts on the industry.

It must be noted that this analysis of the socio-economic implications of climatic change on the golfing industry has not included a number of other relevant factors:

- an extended golf season might induce more golfers to buy seasonal memberships;
- more favourable conditions outside the primary vacation period (July and August) might have the effect of spreading golfing activity out over the entire golf season. The opening of new golf courses would then be likely;
- demographic (aging population) and social factors (more leisure-oriented society) are likely to further enhance the rapidly increasing popularity of this sport.

TABLE II. Changes in the golf season (start,duration, end) and on the number of ideal golfing days for present (1976-1985) and projected conditions

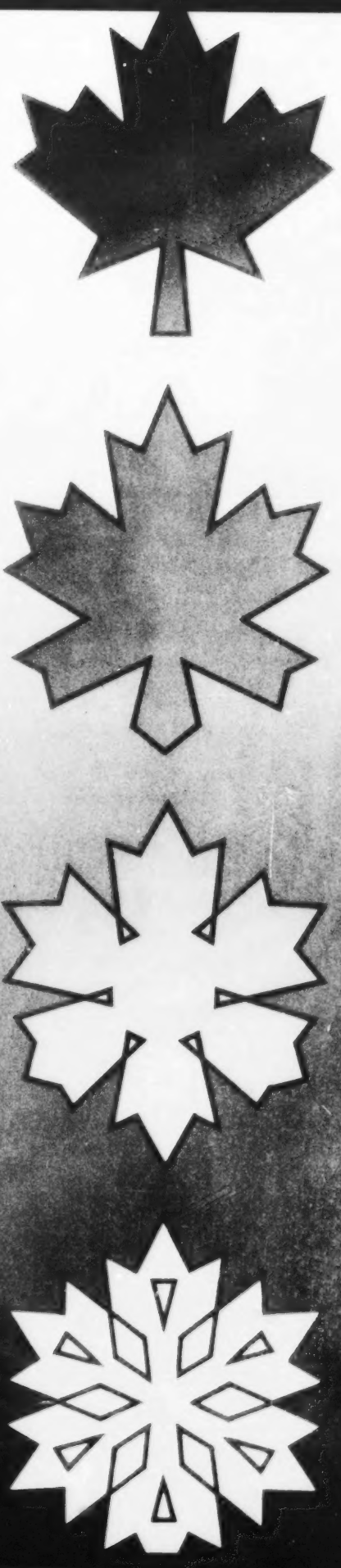
	Golf Season			Average number of ideal golfing days
	Start (1)	End (2)	Duration (days)	
QUEBEC CITY				
present	Apr 24	Oct 9	171	47
scenario A	Apr 6	Nov 8	209	61
scenario B	Mar 30	Nov 8	209	69
SHERBROOKE				
present	Apr 10	Oct 13	187	50
scenario A	Mar 22	Nov 11	233	66
scenario B	Mar 16	Nov 11	238	74
MONTREAL				
present	Mar 25	Oct 17	206	61
scenario A	Mar 6	Nov 11	247	74
scenario B	Mar 1	Nov 11	251	80

(1) : first day with no snow on the ground
(2) : last day with diurnal temperature below 10°C

Environnement Canada Environment Canada

Répercussions d'un changement climatique sur les besoins en eau des municipalités et sur l'industrie du golf au Québec

SCC 89-04



Canada

SOMMAIRE DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

SCC 88-01 Répercussions du changement climatique sur l'agriculture dans les Provinces des Prairies

SCC 88-02 Étude préliminaire des effets éventuels d'une hausse d'un mètre du niveau de la mer a Charlottetown, dans l'Ile-du-Prince-Édouard

SCC 88-03 Répercussions d'un changement climatique sur l'industrie du ski alpin au Québec

SCC 88-04 Perspectives économiques liées aux répercussions de la variabilité et du changement climatiques : Rapport sommaire

SCC 88-05 Incidences du changement climatique sur le tourisme et les loisirs en Ontario

SCC 88-06 Evaluation des effets du changement climatique sur l'agriculture en Saskatchewan, Canada

SCC 88-07 Évaluation socio-économique des conséquences physiques et écologiques du changement climatique sur le milieu marin dans la region de l'Atlantique - Phase I

SCC 88-08 Impacts d'un changement climatique sur les ressources naturelles du Québec

SCC 88-09 Changement climatique causé par le CO_2 en Ontario - Interdépendences et stratégies en matière de ressources

SCC 89-01 Réchauffement climatique et position relative du Canada en agriculture

SCC 89-02 Exploration de l'incidence du changement climatique sur la forêt boréale et l'économie forestière de l'ouest du Canada

SCC 89-03 Répercussions du changement climatique sur le parc national de Prince Albert Saskatchewan

SCC 89-04 Répercussions d'un changement climatique sur les besoins en eau des municipalites et sur l'industrie du golf au Québec

Environnement Canada Environment Canada

RÉPERCUSSIONS D'UN CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES BESOINS EN EAU DES MUNICIPALITES ET SUR L'INDUSTRIE DU GOLF AU QUÉBEC

Résumé des rapports de Lamothe & Périard:

"Les besoins en eau pour l'arrosage des pelouses"

et

"Répercussions d'un changement climatique sur l'industrie du golf au Québec"

Préparé pour le
Sommaire du changement climatique
Service de l'environnement atmosphérique

Présenté par

Lamothe & Périard
Consultants en climatologie
Sainte-Foy, Québec

La présente publication s'inscrit dans le cadre des rapports sur l'état de l'environnement

DÉNÉGATION DE RESPONSABILITÉ

La présente publication renferme le résumé des résultats d'un étude menée en vertu d'un contrat par Lamothe et Periard pour le centre climatologique canadien. Les avis et opinions qui y sont exprimés sont ceux des auteurs. Ils n'expriment, ni ne reflètent nécessairement ceux du gouvernment du Canada ou de tout organisme de celui-ci.

Pour obtenir à titre gracieux des exemplaires de cette publication, écrire au :

Division des services climatologique
Centre climatologique canadien
4905 Rue Dufferin
Downsview (Ontario)
M3H 5T4
(416) 739-4331/4328

Pour acheter des exemplaires des rapports au complet, écrire à :

Lamothe et Periard
Consultants en climatologie
731-5 Chanoine Scott
Ste-Foy, Québec
G1V 3M9
(418) 659-1409

Publié avec l'autorisation du
Ministre de l'Environnement

© Ministre des Approvisionnements
et Services Canada 1989

No de catalogue EN57-27/1989-04
ISBN 0-662-56986-5
ISSN 0835-3980

AVANT-PROPOS

En l'espace d'un an, dans quatre grandes déclarations internationales, on a affirmé que le changement de l'atmosphère et, en particulier, le réchauffement du climat, constituait un important problème environnemental nécessitant une action politique.

En juin 1988, un grand groupe de décisionnaires, de scientifiques, d'économistes et d'autres experts de 46 nations, qui participaient à la Conférence mondiale sur l'atmosphère en évolution tenue à Toronto, a déclaré ceci: "L'humanité se livre sans frein à une expérience inconsciente qui touche l'ensemble du globe et dont les conséquences définitives ne le céderaient en rien, sinon à une guerre nucléaire mondiale." Les participants faisaient allusion au rapide changement que subit la composition de l'atmosphère terrestre du fait de l'émission de polluants par l'homme.

Sept mois plus tard, en janvier 1989, l'Assemblée générale des Nations Unies a adopté la "résolution de Malte", qui se fait l'écho des préoccupations exprimées dans la déclaration de la conférence de Toronto et qui incite les gouvernements et les organismes du monde entier à considérer le climat comme une question prioritaire. En février, à la Conférence internationale de New Delhi sur le réchauffement du globe et le changement climatique: Perspectives pour les pays en voie de développement, les participants ont déclaré que le réchauffement du globe constituait "la plus grande crise jamais affrontée collectivement par l'homme". Le 10 mars 1989, les chefs d'état de 24 nations ont signé la "Déclaration de La Haye", suivant laquelle "Aujourd'hui, les conditions mêmes de vie sur notre planète sont compromises par les graves attaques que subit l'atmosphère terrestre."

Il est de plus en plus manifeste, d'après les faits scientifiques, que l'atmosphère terrestre fait l'objet d'importants changements. Ceux-ci ont, à certains égards (comme la concentration du CO_2), dépassé les limites des fluctuations atmosphériques naturelles survenues depuis au moins les 100 000 dernières années. D'après les projections, ils s'intensifieront beaucoup à la longue. Il est fort probable que le monde que nous léguerons aux prochaines générations présentera un climat différent de tout autre climat que l'humanité ait déjà connu.

Nombre d'études internationales ont déjà tenté d'évaluer les implications de ces changements. Au Canada, le Service de l'environnement atmosphérique d'Environnement Canada joue dans ce domaine un rôle de précurseur. En effet, en 1984, il a mis en application un programme d'évaluation et de détermination des répercussions sociales et économiques éventuelles du réchauffement climatique. On a conçu la présente série de publications pour fournir, sous forme de résumés, les résultats de ces études et pour dégager les autres questions liées au changement climatique.

Len Good

Len Good
Sous-ministre
Environnement Canada

PRÉFACE

Le Centre climatologique canadien (CCC) a financé plusieurs études touchant les effets éventuels, sur divers secteurs de l'économie canadienne, du réchauffement du climat prévu du fait de la concentration croissante des "gaz de serre" dans l'atmosphère. On a retenu le cas d'une quantité deux fois plus importante de CO_2.

Le premier numéro du Sommaire du changement climatique indique les principales études de prospective socio-économique entreprises depuis 1984. La liste des titres antérieurs de la série figure au verso de la première page de couverture.

Le présent numéro, préparé par Lamothe et Périard, présente les effets potentiels sur les besoins en eau des municipalités et sur l'industrie du golf au Québec.

Dr D. Kirk Dawson
Directeur général
Centre climatologique canadien

RÉPERCUSSIONS D'UN CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES BESOINS EN EAU DES MUNICIPALITÉS ET SUR L'INDUSTRIE DU GOLF AU QUÉBEC

Ce rapport reflète les résultats de deux études portant sur les retombées probables d'un changement climatique au Québec. La première étude visait à évaluer les répercussions possibles sur les besoins en eau des municipalités du Québec en mettant en relief une des composantes de la demande en eau soit l'arrosage résidentiel des pelouses. La deuxième étude avait pour but d'identifier les conséquences d'un changement climatique sur l'industrie grandissante du golf au Québec.

1. FAITS SAILLANTS

A. CONSOMMATION MUNICIPALE EN EAU

- L'utilisation municipale de l'eau pour l'arrosage résidentiel des pelouses constitue une préoccupation importante pour les localités du Québec depuis le début des années 1970 et a amené l'adoption de mesures restrictives pour en réduire la pratique;

- une étude précédente a estimé qu'une heure d'arrosage de pelouses équivaut à la consommation quotidienne d'eau d'une famille de 5 personnes; la même étude indique que l'eau potable utilisée pour arroser les pelouses dans l'agglomération urbaine de Québec coûte 2,5 millions annuellement (dollars de 1979);

- un changement climatique résulterait en une hausse de 20 à 30% de la demande d'eau consacrée à l'entretien des pelouses; une telle augmentation nécessiterait la construction de nouvelles infrastructures onéreuses.

B. INDUSTRIE DU GOLF

- Le début et la fin de la saison de golf sont fortement influencés par les conditions climatiques; sa durée actuelle pour les régions de Québec, Sherbrooke et Montréal se situe respectivement à 171, 187 et 206 jours;

- avec l'avènement d'un changement climatique, le nombre de jours favorables à la pratique du golf augmenterait de 20 à 50%; considérant que cette industrie rapporte annuellement des revenus bruts de 245 millions au Québec (dollars de 1987), les retombées positives sur l'économie québécoise seraient substantielles.

A. CONSOMMATION MUNICIPALE EN EAU

1. Introduction et objectifs de l'étude

Le but principal de cette étude est d'évaluer les besoins futurs en eau pour l'arrosage des pelouses face à un éventuel changement climatique causé par une augmentation du gaz carbonique et autres gaz à effet de serre. Sa

phase première consiste à déterminer le bilan hydrique du sol en utilisant, entre autres, une technique d'évaluation de l'évapotranspiration et en établissant une réserve minimale d'eau dans le sol. En utilisant les conditions actuelles et celles qui résulteraient d'un changement climatique, le bilan hydrique quotidien du sol est recalculé afin de déterminer les besoins en eau (actuels et futurs) pour les régions de Québec et de Montréal et d'en évaluer globalement les retombées socio-économiques.

2. Calcul du bilan hydrique du sol

La quantité d'eau quotidienne nécessaire à l'arrosage des pelouses est fonction du bilan hydrique du sol qui peut s'exprimer sous la forme suivante:

$$BES = RES + P - ETP - RUI$$

où

BES: Bilan en Eau du Sol
RES: Réserve en Eau du Sol
P : Précipitations
ETP: Evapotranspiration
RUI: Ruissellement

Si on ne tient pas compte du ruissellement, la difficulté de calculer le bilan hydrique du sol se situe dans le choix d'une méthode adéquate pour évaluer l'évapotranspiration quotidienne. La méthode retenue fut celle de Brochet et Gerbier soit une adaptation de l'équation de Penman qui est fonction du rayonnement solaire global et du pouvoir évaporant de l'air.

En plus de l'évapotranspiration, un autre facteur important dans l'évaluation du bilan hydrique est la réserve minimale en eau déterminée par les caractéristiques physiques du sol. Dans la présente étude, le sol est considéré comme étant saturé à 100 mm et un arrosage devient requis lorsque la réserve d'eau du sol baisse au-dessous de 70 mm. On définit alors deux types d'arrosages:

a) léger - on ramène la RES à 80 mm;
b) abondant - on sature le sol et ramène la RES à 100 mm.

3. Besoins actuels et futurs en eau

En utilisant les données climatologiques quotidiennes d'Environnement Canada en 1975 et 1984 aux stations météorologiques de Dorval et de Québec, le nombre annuel d'arrosages légers et abondants a été calculé et résumé au tableau I. Similairement aux Sommaires des changements climatiques (SCC) précédents, les répercussions d'une augmentation du gaz carbonique et autres gaz à effet de serre furent évaluées en utilisant deux scénarios de changement climatique. En moyenne par année, il faut 17 arrosages légers à Montréal comparativement à 12 à Québec, ce qui correspond à 209 et 146 mm d'eau respectivement. Supposant que les gens arrosent leurs pelouses jusqu'à saturation, la région de Montréal requiert environ 40% plus d'eau (8 arrosages abondants - 264 mm) que celle de Québec (6 arrosages abondants - 189 mm).

TABLEAU I. Nombre d'arrosages actuels et prévus (Scénarios A et B), quantités d'eau requises et coûts annuels pour une pelouse de 420 m^2 pour les régions de Montréal et de Québec

ARROSAGE DES PELOUSES						
	Aujourd'hui		Scénario A		Scénario B	
	Légers	Abondants	Légers	Abondants	Légers	Abondants
Nombre moyen d'arrosages par année:						
QUÉBEC	12	6	16	8	14	7
MONTRÉAL	17	8	22	10	21	10
Quantité d'eau par année (mm)						
QUÉBEC	146	189	194	244	175	231
MONTRÉAL	209	264	271	319	255	313
Coûts annuels d'arrosage par pelouse: (1987$)						
QUÉBEC	16$	21$	21$	27$	19$	25$
MONTRÉAL	23$	29$	30$	35$	28$	34$

Afin d'évaluer les répercussions d'un changement climatique sur l'arrosage des pelouses, deux (2) modèles de circulation générale fournis par Environnement Canada furent considérés: le modèle du "Geophysical Fluid Dynamics Laboratory" (GFDL-Scénario A) et celui du "Goddard Institute for Space Studies" (GISS-Scénario B). Ces scénarios indiquent un réchauffement climatique prévu de 2 à 4°C sur le sud du Québec ainsi que des précipitations au-dessous ou près des moyennes actuelles. Selon le tableau I, le nombre annuel d'arrosages (légers et abondants) ainsi que les quantités d'eau requises augmenteraient de 25 à 30% selon le scénario A et de 20 à 25% selon le scénario B.

4. Retombées socio-économiques

L'augmentation de 20 à 30% des besoins en eau causée par un changement climatique ne pourrait être absorbée par les usines de production d'eau potable existantes. Ceci entraînerait la construction éventuelle d'infrastructures coûteuses pour les municipalités:

- une analyse montre que, pour une usine de filtration en eau potable d'une production quotidienne de 4 500 m^3, les coûts de construction sont passés de 46 $ (1965) à 262 $ (1987) par mètre cube. A titre d'exemple, en 1982-1983, la ville de Laval a construit au coût de 29 millions de dollars une usine d'une capacité de production quotidienne de 114 000 m^3 (254 $ par mètre cube);

- en 1987, dans la municipalité de Sainte-Foy, il en coûtait 26 cents pour produire un mètre cube d'eau potable. Ainsi, un citoyen de la région de Québec devait débourser de 16 $ à 21 $ annuellement pour arroser sa pelouse, selon qu'il procède à des arrosages légers ou abondants. Dans la région de Montréal, ces coûts variaient de 23 $ à 29 $. L'éventualité d'un changement climatique hausserait ces coûts de 20 à 30%.

5. Conclusions

Malgré les répercussions potentielles d'un changement climatique, il serait prudent d'instaurer dès maintenant des mesures incitatives pour la conservation d'eau potable. À titre d'exemple, citons:

- l'intensification de campagnes publicitaires visant à sensibiliser la population à restreindre sa consommation d'eau potable;
- l'installation de compteurs d'eau dans chaque résidence;
- l'accroissement des recherches sur des types de gazon résistant plus facilement à un manque d'eau.

B. L'INDUSTRIE DU GOLF

1. Buts de l'étude

Le but principal de cette étude est d'évaluer l'impact d'un changement climatique sur l'industrie du golf au Québec. On a d'abord établi des seuils climatiques qui influent sur la saison de golf (début, durée et fin) ainsi que sur la satisfaction des golfeurs. Ces critères ont par la suite été appliqués aux conditions climatologiques actuelles et à celles qu'engendreraient un changement climatique afin d'en évaluer les retombées socio-économiques sur l'industrie du golf.

2. Critères climatiques régissant la saison de golf

Afin d'identifier les conditions climatiques essentielles à la pratique du golf, une analyse de l'achalandage au club de golf du Mont Sainte-Anne (près de Québec) en 1985 et 1986 a permis d'établir les principaux paramètres météorologiques et leurs limites sur la pratique du golf. En dépit de l'échantillonnage relativement petit, les facteurs physiques et bioclimatiques d'importance sont les suivants:

- durée de la saison: la disparition de la neige au sol marque le début de la saison de golf tandis que la fin de la saison correspond au temps de l'année où la température moyenne quotidienne (entre 06h00 et 18h00) descend sous les 10°C;

- satisfaction du golfeur: la satisfaction devient optimale lorsque la température moyenne diurne (entre 06h00 et 18h00) égale ou dépasse 18°C avec au moins 6 heures d'ensoleillement et aucune précipitation.

3. Conditions de golf actuelles

À partir des données climatologiques fournies par Environnement Canada aux stations météorologiques de Québec, Sherbrooke et Dorval entre mars 1976 et novembre 1985 et en utilisant les critères climatiques mentionnés ci-haut, les valeurs médianes de la saison de golf actuelle ainsi que le nombre de jours de golf considérés comme favorables ont été calculés aux trois endroits. Les résultats montrent que:

- la saison de golf débute généralement à la fin mars à Montréal et au cours du mois d'avril à Québec et Sherbrooke. La saison se termine vers la mi-octobre aux 3 endroits.
- la durée moyenne de la saison de golf est respectivement de 171, 187 et 206 jours à Québec, Sherbrooke et Montréal.
- le tableau II indique que le nombre moyen de jours favorables au golf est de 47, 50 et 61 à Québec, Sherbrooke et Montréal respectivement.

4. Conditions de golf projetées

Les scénarios de changement climatique utilisés dans cette étude sont les mêmes que ceux considérés dans la partie A du présent rapport. Les deux scénarios donnent les variations projetées de températures et de précipitations mensuelles. En plus des températures plus élevées (de 1,5 à 5,0°C) particulièrement en mars et novembre, ces scénarios anticipent des précipitations égales ou inférieures aux moyennes climatologiques actuelles.

Afin d'évaluer les retombées probables d'un changement climatique sur le golf, les conditions climatiques actuelles ont été modifiées de façon à tenir compte des projections des scénarios A et B. Un modèle statistique a également été mis au point pour simuler les valeurs quotidiennes du couvert nival. Les valeurs médianes des saisons de golf projetées (début, fin et durée) ont donc été réévaluées en utilisant les données des scénarios A et B. Le tableau II indique l'accroissement projeté du nombre de jours favorables (température diurne égale ou supérieure à 18°C, au moins 6 heures d'ensoleillement et aucune précipitation).

De façon générale, un changement climatique prolongerait la saison de golf de 3 à 4 semaines (hausse de 20 à 30%) plus particulièrement au printemps et à l'automne. De plus, le nombre de jours favorables au golf pourrait même augmenter de 50% dans les régions de Québec et de Sherbrooke.

5. Retombées socio-économiques

Selon des statistiques récentes (1988), le nombre de golfeurs québécois a été évalué à 883 000 pour l'année 1987 pour un total approximatif de 11,6 millions de parties jouées. En considérant un droit d'entrée moyen de 21 $ par partie, les revenus bruts pour l'année se sont donc chiffrés à environ 245 millions de dollars. Toute variation importante sur la durée de la saison ou sur le nombre de jours favorables aurait des impacts financiers énormes sur l'industrie du golf.

TABLEAU II. Caractéristiques de la saison de golf (début, durée, fin) et nombre de jours considérés comme favorables selon les conditions actuelles (1976-1985) et projetées

	Saison de golf			Nombre moyen de jours favorables
	Début (1)	Fin (2)	Durée (jrs)	
QUÉBEC				
actuel	24 Avr.	9 Oct.	171	47
scénario A	6 Avr.	8 Nov.	209	61
scénario B	30 Mars	8 Nov.	209	69
SHERBROOKE				
actuel	10 Avr.	13 Oct.	187	50
scénario A	22 Mars	11 Nov.	233	66
scénario B	16 Mars	11 Nov.	238	74
MONTRÉAL				
actuel	25 Mars	17 Oct.	206	61
scénario A	6 Mars	11 Nov.	247	74
scénario B	1 Mars	11 Nov.	251	80

(1) : premier jour sans neige au sol
(2) : dernier jour avec une température diurne inférieure à 10°C.

Il est important de noter que les répercussions socio-économiques d'un changement climatique sur l'industrie du golf au Québec ne peuvent être adéquatement évaluées sans laisser de côté un certain nombre de facteurs:

- une saison de golf prolongée pourrait inciter davantage de golfeurs à se procurer des cartes de membres saisonnières;
- des conditions plus favorables en dehors de la période de vacances (juillet et août) auraient comme effet de disperser la clientèle sur l'ensemble de la saison de golf. L'ouverture de nouveaux clubs de golf serait alors propice;
- des facteurs démographiques (vieillissement de la population) et sociaux (société plus axée sur les loisirs) ne peuvent qu'accentuer la popularité de plus en plus grandissante de ce sport.